

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

18.09.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2002年 9月20日

F 00 06 NOV 2003

出 願 番 号  
Application Number: 特願2002-276001

[ST. 10/C]: [JP 2002-276001]

出 願 人  
Applicant(s):

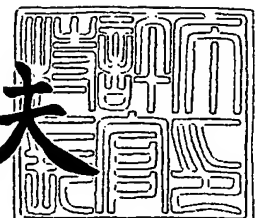
株式会社ニコン  
独立行政法人物質・材料研究機構

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年10月23日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 0201004

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/35

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内 3 丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン  
内

【氏名】 原田 昌樹

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県つくば市千現一丁目 2 番 1 号 独立行政法人物質  
・材料研究機構内

【氏名】 栗村 直

【特許出願人】

【識別番号】 000004112

【氏名又は名称】 株式会社ニコン

【特許出願人】

【識別番号】 301023238

【氏名又は名称】 独立行政法人物質・材料研究機構

【代理人】

【識別番号】 100094846

【弁理士】

【氏名又は名称】 細江利昭

【電話番号】 (045)411-5641

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 049892

【納付金額】 4,200円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9717872

【その他】 国等以外のすべての者の持分の割合 2 0 / 1 0 0

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 水晶基板及び押圧装置

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ホットプレス法により水晶中に相転移型双晶を形成するために用いられる水晶基板であって、片面に押圧装置の受圧面となる凸部が形成された段差構造を有し、当該段差構造は、リソグラフィ露光技術とドライエッチングの組み合わせで形成されたものであることを特徴とする水晶基板。

【請求項2】 ホットプレス法により水晶中に相転移型双晶を形成するために用いられる押圧装置であって、一方の押圧面が首振り機構を介して、押圧装置本体に保持されていることを特徴とする押圧装置。

【請求項3】 ホットプレス法により水晶中に相転移型双晶を形成するために用いられる押圧装置であって、加熱ブロックを有し、当該加熱ブロックに、当該加熱ブロックとは別の材料で構成された押圧部材が取り付けられていることを特徴とする押圧装置。

【請求項4】 請求項3に記載の押圧装置であって、前記押圧部材のうちの一つの押圧部材の表面のうち、前記水晶の、相転移を起こさせたい部分に当接する部分が、他の部分より凸状となるように加工されていることを特徴とする押圧装置。

【請求項5】 ホットプレス法により水晶中に相転移型双晶を形成するために用いられる押圧装置であって、押圧ブロックに加熱機構を有し、当該加熱機構は、複数のヒータを有していることを特徴とする押圧装置。

【請求項6】 ホットプレス法により水晶中に相転移型双晶を形成するために用いられる押圧装置であって、押圧力の発生に空気圧のみを用いていることを特徴とする押圧装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【従来の技術】

常誘電体である水晶 ( $\text{SiO}_2$ ) に、その  $\alpha - \beta$  相転移温度付近で応力を印加することにより、周期的な双晶構造を作り込み、周期的な分極反転構造を実現させ

た擬似位相整合波長変換光学素子が提案されている (S.Kurimura, R.Batchko, J.Mansell, R.Route, M.Fejer, and R.Byer : 1998年春応用物理学会予稿28a-SG-18 : 非特許文献1) 。これは、水晶のドフィーネ双晶を利用し、非線形光学定数  $d_{11}$  の符号を周期的に反転させることにより水晶による擬似位相整合結晶を作製し、これを擬似位相整合波長変換光学素子として用いるものである。

#### 【0002】

水晶の場合、吸収端が波長150nm程度であり、波長200nm以下での紫外光吸収は、従来の複屈折位相整合を用いた非線形光学素子 ( $\beta$ -BaB<sub>2</sub>O<sub>4</sub> やCsLiB<sub>6</sub>O<sub>10</sub> 等) や強誘電体の擬似位相整合を用いた非線形光学素子 (LiNbO<sub>3</sub> やLiTaO<sub>3</sub> 等) による場合に比べてほとんどない。さらに第二光高調波発生により、ArFエキシマレーザと同等の波長約193nmの光を高効率に発生させる可能性があるという従来の非線形光学素子にはない特徴がある。双晶構造は、その周期を数 $\mu$ m ~ 数十 $\mu$ m程度とすることにより実用的な波長変換デバイスとして用いることができる。この擬似位相整合水晶を用いた半導体露光装置が提案されている (特開平2002-122898号公報 : 特許文献1) 。

#### 【0003】

水晶の周期双晶構造の作製方法としては、リソグラフィ技術と薄膜形成技術により水晶基板上に周期的なCr膜を製膜し、温度を550℃前後まで昇温させることにより、水晶とCrの線熱膨張率の差による面内応力を利用し、温度と応力を印加することが最初に提案された (S.Kurimura, R.Batchko, J.Mansell, R.Route, M.Fejer, and R.Byer : 1998年春応用物理学会予稿28a-SG-18 : 非特許文献1) 。この方法においては、Cr膜が製膜された部分のみ結晶軸が反転し、周期双晶構造が生成される。

#### 【0004】

しかしながら、この方法では水晶基板面に平行な応力成分を用いるために、応力が結晶表面付近に局在し、結晶表面から数 $\mu$ m内部までしか結晶軸の反転が形成されなかった。このため、周期双晶構造が内部までできている、つまりアスペクト比の大きい周期双晶構造が得られないので、レーザ光の波長変換に用いるような、バルクの光学素子の実現は不可能であった。

## 【0005】

このような問題点を解決する方法として、ホットプレス法が提案された (S. Kurimura, I. Shoji, T. Taira, M. Fejer, Y. Uesu, and H. Nakajima : 2000年秋応用物理学会予稿3a-Q-1 : 非特許文献2)。この方法は、水晶基板の片面の表面上に周期的な段差構造を作製し、その水晶基板を上下方向からヒータブロックで挟み込み、水晶基板の温度を昇温して所望の温度に到達した時点で、圧力を印加するものである。このとき、段差構造のうち凸部にあたる部分にのみ応力が作用するので、この部分でのみ結晶軸成分が反転する。この結晶軸反転部分が結晶内部まで成長して結晶内部まで伝播し、深さ方向に大きく入った周期的な双晶の格子を作製することができる。すなわち、凸部のみに応力が集中してそこから双晶が発生し、次第に内部へと成長し、アスペクト比の大きい双晶構造が作製される。

## 【0006】

このような、片面の表面上に段差構造が形成された水晶基板の例を、図4を用いて説明する。水晶基板1の片側の表面には段差構造が形成され、その結果、直方体の形状を有する凸部2が、所定の間隔で形成されている。この凸部2は、図の左右方向に所定の幅を有し、その幅と同じ間隔で複数の凸部2が、図の左右方向に形成されている。凸部2は図の奥行き方向に長い直方体形状を有している。この長手方向に平行な方向をa軸方向とする。当然、a軸は水晶基板1の法線に対して垂直となっている。

## 【0007】

水晶の結晶のc軸方向は、a軸に対して垂直であるが、非特許文献3 (栗村直、応用物理学会誌2000年5月号) にあるように、水晶基板1の法線方向に対してわずかながら傾けてある。すなわち、水晶基板1はその法線とc軸がわずかな角度を持つようにカットされている。これは、双晶間のエネルギー差を応力印加することにより与えて周期双晶構造を作成するという本手法において、弾性コンプライアンステンソル  $s_{1123}$  の成分を用いているためである。その角度が大きくなる程双晶の生成がし易くなるが、実際は10～20度程度に押さえてある。

## 【0008】

光は、図示したように、水晶基板 1 の端面より入射し、偏光方向は a 軸方向と同じ方向である。水晶基板 1 の内部で波長変換された光は、入射面とは反対側の端面から出射する。

#### 【0009】

以下、図 4 に示すような凸部 2 の作製方法の例を説明する。最初に水晶基板 1 上に Cr 膜をスパッター法により厚さが 100nm 程度となるように成膜する。この膜上にポジ型のレジストを塗布し、i 線ステッパーなどの半導体露光装置を用いて、凸部 2 となる部分以外の部分を露光し現像する。次に、残ったレジストをマスクとして Cr 膜を溶解除去する。そして、残ったレジスト膜と Cr 膜をマスクとして、弗化水素酸にてウエットエッチングを行い数  $\mu$ m 程度の深さの段差構造を作製する。これにより、図 4 に示すような凸部 2 を有する段差構造が表面に形成された水晶基板 1 が完成する。なお、Cr 膜は、押圧の前にはがしてもはがさなくともどちらでもよい。

#### 【0010】

c 軸と水晶基板法線との角度が小さくなるほど波長変換デバイスとしては都合が良いが、双晶形成に要する応力が大きくなる。従って、水晶基板は、前述のように、c 軸と水晶基板法線との角度が、ほぼ数度から 20 度程度となるようにカットされている。

#### 【0011】

このような水晶基板に温度と圧力を与える押圧装置の例の概略図を図 5 に示す。これは、基本的には 4 本の支柱 41 と上部ブロック 42、下部ブロック 43 からなるプレス装置である。上部ブロック 42 は上部プレート 44 に取り付けられ、上部プレート 44 は、支柱 41 両側よりナットで挟みこまれて固定されている。下部ブロック 43 は下部プレート 45 に取り付けられ、下部プレート 45 は油圧シリンダ 46 の上に載せられている。油圧シリンダ 46 のピストンを上下させることにより、下部プレート 45、下部ブロック 43 が上下方向に移動し、押圧力を発生するようになっている。油圧シリンダ 46 と下部プレート 45 の間には荷重計 47 が設けられており、印加された荷重の値をモニタすることができるようになっている。

## 【0012】

上部ブロック42と下部ブロック43には、それぞれヒータ48が取り付けられ、押圧面を除いて周囲を断熱板（例えばヘミサル（商標））で覆われている。上部ブロック42と下部ブロック43はそれぞれSUS304からなっており、押圧面は平坦度約 $3\mu\text{m}$ となるように精密研磨されている。これら上部ブロック42と下部ブロック43には側面から穴が削りぬいてあり、その中にヒータ48が挿入されている。また、上部ブロック42と下部ブロック43の側面には温度制御用の熱電対（図示せず）が挿入されており、その熱電対は温度調節器（図示せず）に接続されている、この温度調節器は、ヒータ48用コイルに流す電流をPID制御によって操作し、その結果、上部ブロック42と下部ブロック43の押圧面は、所望の温度にまで昇温できるような構成となっている。

## 【0013】

押圧荷重の制御には、空気圧と油圧を組み合わせて用いる。数百MPaの圧力を持った空気を、電圧により流量をコントロールすることができる電空レギュレータ49に供給する。時間に対して任意の電圧パターンを発生できる電圧発生装置50からの電圧が、電空レギュレータ49に供給されている。この電空レギュレータ49から発生した空気を油圧変換増幅器51に供給する。この油圧変換増幅器51は、36倍の圧力増幅機能を持つ。油圧変換増幅器51の油圧を油圧シリンダ46に供給することより荷重に変換し、最大約10kNの押圧荷重を得ることができる。

## 【0014】

下部ブロック43の上に図4に示したような水晶基板52を載せ、下部プレート45、下部ブロック43を上昇させ、上部ブロック42と下部ブロック43で水晶基板52を挟み込んだ状態で、水晶の双転移温度付近まで昇温し、所望の温度に達した時に、この押圧荷重を水晶基板52上に印加することにより、水晶面上に応力を発生させる。電圧発生装置50から発生する電圧パターンを変化させることにより、前述の空気圧、油圧システムの追従する範囲で任意の応力波形を得ることができる。

## 【0015】



水晶基板 52 は前述のような構造を有し、数mm～数十mm角程度の大きさである。また、直径数インチ程度のウエハを用いて双晶を一括生成した後により小さい断片に切り分けることもありうる。水晶基板 52 の厚みは、パルクの光学素子として利用できるように、0.1mm～数mm程度とされている。

#### 【0016】

水晶基板 52 は両面を精密研磨してあり、平均波面収差が約  $0.03\lambda$  ( $\lambda = 0.638\mu\text{m}$ ) 程度に収まるように基板の両面平行度、各面の面精度を確保してある。これは水晶の場合、約  $0.045\mu\text{m}$  の面精度に相当し、前述のような水晶表面に形成された段差に比べて十分小さい。

#### 【0017】

【特許文献 1】 特開平 2002-122898 号公報

【非特許文献 1】 1998 年春応用物理学会予稿 28a-SG-18

【非特許文献 2】 2000 年秋応用物理学会予稿 3a-Q-1

【非特許文献 3】 応用物理学会誌 2000 年 5 月号

#### 【発明が解決しようとする課題】

前記のように、従来は、水晶に段差加工をする方法として沸化水素酸によるウェットエッチングを用いていた。しかしながら、弗化水素酸によるウェットエッチングでは、深さ方向以外にも側面が削れてしまい、特に、周期が短い双晶構造を形成する場合には、前記マスクと同じ周期で段差が形成されなくなる。また、c 軸に沿った方向にエッチングが大きく進むため、水晶基板法線に対する c 軸の角度により削れる深さが異なるなどの問題点もあった。

#### 【0018】

また、図 5 に示すような押圧装置においては、両面がほぼ平行に平面研磨された水晶基板に一樣に応力を印加するためには、上部押圧面と下部押圧面が平行である必要があり、またそれぞれの押圧面の面精度が水晶基板表面上の段差深さ（約数  $\mu\text{m}$ ）よりも十分小さいことが必要である。

#### 【0019】

図 5 に示すような従来の押圧装置では、下部ブロック 43 を取り付け下部プレート 45 は支柱 41 に沿って摺動するので、下部ブロック 43 の押圧面を調整

することはできない。よって、上部押圧面と下部押圧面の平行度を調整するために、上部ブロック 42 を取り付けられている上部プレート 44 を動かす。上部プレート 44 は、ねじが切ってある 4 本の支柱 41 にナットで挟みこまれて固定されている。このナットを回して上部ブロック 42 の押圧面と下部ブロック 43 の押圧面とが平行になるように調整を行う。

#### 【0020】

しかし、上部ブロック 42 の押圧面と下部ブロック 43 の押圧面とが、数  $\mu\text{m}$  程度の平行度を保つようにするのは、実際のねじにはあそびやガタがあるために、非常に困難である。また、その調整が仮にうまくできたとしても、何度も押圧しているうちに、ネジの緩み等に起因して平行度が保てなくなり、その都度調整し直さなければならないという問題点があった。このような理由により、水晶基板上に印加される荷重分布が不均一となり、これが周期双晶構造を一様に作成することを困難にしていた。

#### 【0021】

また、従来用いていた押圧面の面精度は約  $3\mu\text{m}$  程度であり、水晶表面の段差加工の深さとほぼ同程度であるため、荷重が一様に印加されているとは言い難かった。

#### 【0022】

さらに、従来用いられていた押圧面は SUS304 で形成されているが、高温になると柔らかくなる傾向があり、水晶基板表面に応力を加えて双晶を形成させるには不向きであった。さらに押圧後においては、押圧面に水晶の段差加工の凸部に相当する跡が残り、面精度が悪化するなどの問題点があった。このように、従来の押圧装置においては、押圧面の平行度だけではなく、押圧面の面精度や材質という点でも課題があった。

#### 【0023】

従来の押圧装置の圧力制御方法にも問題点があった。まず、油圧変換増幅器を用いた油圧による制御では、応答速度が遅くなるという欠点がある。すなわち、空気圧の応答時間は最大  $100\text{ms}$  以下であるが、油圧変換増幅器の立ち上がり時間が遅いために、荷重  $0\text{ kN}$  の状態から最大荷重の  $10\text{ kN}$  になるまでに約  $1$  秒程

度の時間を必要とした。また、電圧信号を入力してから油圧が応答するまでに100ms以上の無駄時間があった。

#### 【0024】

さらに、油圧による制御では、荷重の設定範囲が狭いという問題点があった。前記油圧変換増幅器においては、微少な空気圧を印加した場合、油の粘性のため応答しなくなってしまう。そのため、最大荷重10kNのシステムにおいては、約2kN以下の荷重を発生させることは困難であった。よって、双晶形成に最適な荷重が2kN以下である場合には、油圧変換増幅器を交換しなければならないが、油圧系の油を全部抜いて交換しなければならない、非常に手間がかかり、また専門技術を必要とした。しかも油圧シリンダ交換後の油注入時にも、空気が混入しないようにしなければならず、時間を要していた。このような理由より、従来の押圧装置では周期双晶構造作成に最適な荷重条件を探索するのが非常に困難であった。

#### 【0025】

また、従来の押圧装置においては、図5に示されるように、上部ブロック42、下部ブロック43とも、ヒータ48を1つしか用いていないため、ヒータと押圧面との距離が押圧面の場所によって異なってしまう。その結果、押圧面に最大数10℃程度の温度ムラができてしまい、そのため、水晶基板にも温度分布が発生して、たとえ応力を一様に印加しても双晶のできかたにムラができてしまうという問題点があった。

#### 【0026】

さらに、従来のホットプレス法で水晶中に相転移型双晶を形成する場合、前述のようにフォトリソグラフィとウエットエッチング法により水晶基板の片面に段差構造を形成するという作業を、各水晶基板毎に行わなければならないという問題点があった。

#### 【0027】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたもので、上記のような種々の問題点を解決することができる水晶基板と押圧装置を提供することを課題とする。

#### 【0028】

**【課題を解決するための手段】**

前記課題を解決するための第1の手段は、ホットプレス法により水晶中に相転移型双晶を形成するために用いられる水晶基板であって、片面に押圧装置の受圧面となる凸部が形成された段差構造を有し、当該段差構造は、リソグラフィ露光技術とドライエッチングの組み合わせで形成されたものであることを特徴とする水晶基板（請求項1）である。

**【0029】**

前述のようなウエットエッチングによる問題点を解決するために、本手段においてはドライエッチングを用いる。リソグラフィ露光とドライエッチング、例えば反応性イオンエッチング（reactive ion etching、略称RIE）を用いることにより、容易に数 $\mu\text{m}$ 程度の段差を得ることができる。露光にはi線ステッパーなどを用いることにより最短周期2 $\mu\text{m}$ 程度のものを容易に作製することができる。また、段差の側面も比較的なだらかなものを得ることができ、傾斜も結晶の異方性によらず90度近く垂直なものが得られることが電子顕微鏡観察で分かっている。

**【0030】**

また、この方法ではウエットエッチングと違い段差側面が削られるレートが小さいため、前記マスクの周期を反映した周期構造が得られる。ドライエッチングの方法としてはRIEに限られず、誘導プラズマ放電（Induced coupled plasma、略称ICP）等の他の方法を使用してもよい。

**【0031】**

前記課題を解決するための第2の手段は、ホットプレス法により水晶中に相転移型双晶を形成するために用いられる押圧装置であって、一方の押圧面が首振り機構を介して、押圧装置本体に保持されていることを特徴とする押圧装置（請求項2）である。

**【0032】**

本手段においては、2つある押圧面のうち、一方の押圧面が首振り機構を介して押圧装置本体に保持されるようにしている。首振り機構とは、押圧装置本体の中心軸と押圧面の中心軸とのなす角を変化可能とする機構のことであり、例えば

、フリーシャンク機構、球面軸受機構、ジンバル機構等がある。

#### 【0033】

このようにすることにより、押圧時に、首振り機構を介して押圧装置本体に保持されている押圧面が、他の押圧面と平行になるように首振り機構により調整されるので、水晶基板の被押圧面にかかる荷重を、水晶基板の被押圧位置によらず均一にすることができる。よって、押圧面間の平行度を調整する必要が無い。

#### 【0034】

前記課題を解決するための第3の手段は、ホットプレス法により水晶中に相転移型双晶を形成するために用いられる押圧装置であって、加熱ブロックを有し、当該加熱ブロックに、当該加熱ブロックとは別の材料で構成された押圧部材が取り付けられていることを特徴とする押圧装置（請求項3）である。

#### 【0035】

本手段によれば、加熱される加熱ブロックを熱伝導率の良い部材で形成して熱伝達を良くすると共に、実際に水晶基板を押圧する押圧部材を、加熱ブロックとは別の、高温において硬質性を保つことができる部材とすることにより、押圧面が高温のために変形するという問題を低減することができる。

#### 【0036】

また、押圧部材として高精度の面加工が可能な材料を使用することにより、水晶基板に形成された表面段差に比べて小さな誤差で押圧面の加工を行うことができ、水晶基板を均一に押圧することが可能となる。

#### 【0037】

押圧部材を構成するのに適当な材料としては、例えば、超硬金属やサファイア、セラミックス等が挙げられる。超硬金属の例としてはタングステンカーバイド（略称WC）系のものが挙げられる。これは、焼き入れ温度が600℃より十分大きく、600度の高温で水晶よりも十分ヤング率が高い。また、研磨により面精度を1μm以内に押さえることが容易にでき、前記水晶のドライエッチング加工による段差の深さよりも十分小さな値とすることができる。

#### 【0038】

また、サファイア（ $Al_2O_3$ ）も高温でヤング率が高く、面精度λ/10（

$\lambda = 628\text{nm}$ ) 以下に容易に研磨できるという特徴を持つ。また、従来使用されていた SUS304 とは違い、高温で酸化することがないので耐性という点でも非常に有利である。セラミックス系の材質も押圧プレートとして適している。例えば、窒化珪素 ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ) などである。

#### 【0039】

前記課題を解決するための第4の手段は、前記第3の手段であって、前記押圧部材のうちの一つの押圧部材の表面のうち、前記水晶の、相転移を起こさせたい部分に当接する部分が、他の部分より凸状となるように加工されていることを特徴とするもの（請求項4）である。

#### 【0040】

本手段においては、押圧部材側に凸部が設けられているので、水晶基板については表面を研磨するだけでよく、段差構造を設けなくても、押圧部材の凸部に当接して加圧される部分が相転移を起こし、相転移型双晶が形成される。よって、従来のように、各水晶基板について、フォトリソグラフィとウエットエッチングにより段差構造を形成する工程が不要となる。

#### 【0041】

前記課題を解決するための第5の手段は、ホットプレス法により水晶中に相転移型双晶を形成するために用いられる押圧装置であって、押圧ブロックに加熱機構を有し、当該加熱機構は、複数のヒータを有していることを特徴とする押圧装置（請求項5）である。

#### 【0042】

本手段においては、押圧装置において実際に水晶基板を押圧する押圧ブロックに加熱機構が設けられ、この加熱機構は、複数のヒータを有している。よって、従来のように一つのヒータで加熱していた場合と異なり、押圧ブロックの押圧面を均一に加熱することが可能となり、その結果、水晶基板を均一な温度に加熱することが可能となる。

#### 【0043】

前記課題を解決するための第6の手段は、ホットプレス法により水晶中に相転移型双晶を形成するために用いられる押圧装置であって、押圧力の発生に空気圧

のみを用いていることを特徴とする押圧装置（請求項6）である。

#### 【0044】

本手段においては、従来技術のように、油圧変換増幅器を用いて、油圧により押圧力を発生させることをせず、空気圧のみにより押圧力が発生するようにされている。よって、油圧変換増幅器の応答遅れが無くなり、早い応答性で、押圧力をその指令値に追従させることができる。また、押圧力の範囲を変えるために、エアシリンダ等の圧力発生機構を交換する場合でも、油圧シリンダの場合と違って、油を抜いたり、空気抜きを行う等の手間がかからず、容易に作業を行うことができる。

#### 【0045】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態の例を、図を用いて説明する。図1は、本発明の実施の形態の1例である押圧装置を使用して、本発明の実施の形態の1例である水晶基板を押圧している状態を示す概要図である。この押圧装置の基本的な構成は、図5に示した従来のものとほぼ同様であるので、図1においては、その主要部のみを概略的に図示している。

#### 【0046】

水晶基板11は、上部ブロック12と下部ブロック13の間に挟まれた状態で加熱され、さらに押圧されて応力を加えられる。上部ブロック12は、上部ヒータブロック14と上部押圧プレート15から構成されており、上部ヒータブロック14と上部押圧プレート15は、ねじや高温接着剤や、後述の方法により結合されている。下部ブロック13は、下部ヒータブロック16と下部押圧プレート17から構成されており、下部ヒータブロック16と下部押圧プレート17は、ねじや高温接着剤や、後述の方法により結合されている。

#### 【0047】

上部ヒータブロック14、下部ヒータブロック16はSUS304で構成され、各々に設けられた2つの貫通孔にヒータ18が埋め込まれている。上部押圧プレート15と下部押圧プレート17は、超硬金属やサファイア、セラミックス、石英ガラス、水晶等の、高温で硬度を保ち、十分な平面研磨ができる材料で構成され、

その押圧面は研磨により、面精度が60nm程度になるように仕上げられている。

#### 【0048】

下部ブロック13は、下部プレート19に結合されている。上部ブロック12は、軸受ブロック20に接しており、軸受ブロック20は、上部プレート21に結合されている。上部ブロック12は、その上面に、半径R1に凸面加工された凸部22を有し、軸受ブロック20は、その下面に、半径R2 ( $R2 > R1$ ) に凹面加工された凹部23を有している。このようにすることにより、首振り機構が構成され、その結果、押圧時には必ず水晶基板11の面に対して上部押圧プレート15の押圧面が倣うようになり、水晶基板11に一樣な荷重が印加されるようになる。

#### 【0049】

この機構は、フリーシャンク機構として周知のものであるが、この機構を使用する他、上部ブロック12と軸受ブロック20を球面軸受で結合しても、上部ブロック12を上部プレート21にジンバル機構を介して取り付けようにしても、ほぼ同じ作用効果が得られる。

#### 【0050】

また、この実施の形態においては、水晶基板11を加熱するためのヒータ18は、上下の各ヒータブロック14、16に各2個ずつ設けられている。この2つのヒータ18は、互いに同一の形状と加熱力を有し、押圧面からの距離が等しくなるような位置に、図において各ヒータブロック14、16の中心軸に対して左右対称になるように設けられている。ヒータ18としては、コイルヒータを採用しているが、その他の手段、例えば高周波加熱、電気炉による加熱を使用したヒータとしてもよい。

#### 【0051】

このようにすることにより、上部ブロック12、下部ブロック13の押圧面の中心部分では温度分布の一樣性が良好となる。また更に、上部ブロック12、下部ブロック13の押圧面の大きさを水晶基板11よりも大きくすると、上部ブロック12、下部ブロック13の押圧面中心部での温度分布ムラを、より小さくすることができる。



## 【0052】

このようにして、図1に示した実施の形態においては、圧力と共に温度も水晶基板11上に一様に印加され、水晶の双晶の生成条件の、基板上でのばらつきを小さくすることができる。

## 【0053】

図1に示される水晶基板11は、フォトリソグラフィ工程とドライエッチングにより、その片面に微細な凸部を周期的に有する段差構造が形成されたものである。

## 【0054】

このような水晶基板11は、例えば以下のような工程で製造される。最初に水晶基板上にCr膜をスパッター法により厚さが100nm程度となるように成膜する。この膜上にポジ型のレジストを塗布し、i線ステッパーなどの半導体露光装置を用いて、凸部となる部分以外の部分を露光し現像する。そして、残ったレジストをマスクとしてCr膜を除去する。そして、残ったレジスト膜とCr膜をマスクとして、RIEあるいはICPなどのドライエッチングを行い、数 $\mu\text{m}$ 程度の深さの段差構造を作製する。最後に、レジスト膜とCr膜を除去することにより、図1に示すような凸部を有する段差構造が表面に形成された水晶基板11が完成する。

## 【0055】

しかしながら、このような方法で水晶基板中に相転移型双晶を形成する場合には、各水晶基板毎に、前記のような工程で段差構造を形成しなければならない。これに対し、図1に示す実施の形態において、例えば上部押圧プレートの表面を平面とせず、この部分に周期的な凸部を有する段差構造を形成して、表面が平面に研磨された水晶基板を加熱、押圧して、それにより水晶基板中に相転移型双晶を形成するようにしてもよい。これにより、各水晶基板毎に段差加工を行う工程を省略することができる。

## 【0056】

従来において押圧面はSUS304で形成されていたので、周期数 $\mu\text{m}$ ～数十 $\mu\text{m}$ 程度の微細な段差加工を施す加工技術はなかった。しかし、押圧面をセラミックス、例えば窒化珪素( $\text{Si}_3\text{N}_4$ )等にとすると、前記リソグラフィ露光、Cr成膜とドラ

イエッチング加工により、このような微細加工をすることが可能となり、押圧面に段差加工を施すことができる。また、窒化珪素は高温での耐性も良く、何度も繰り返し使用することが可能である。

#### 【0057】

図2に本発明の実施の形態の他の例である押圧装置の概要を示す。図2に示される押圧装置の主要部は、図1に示したものとほぼ同じであるので、同じ構成要素には同じ符号を付してその説明を省略する。

#### 【0058】

図2と図5を比べてみると分かるように、図2においては、下部プレート19が4本の支柱24にねじとナットで固定されており、上部プレート21が4本の支柱24に沿って摺動するようになっているが、この違いは本発明に固有のものではなく、本発明においても図5のように上部プレートを固定し、下部プレートを摺動させるようにしてもよい。

#### 【0059】

図2に示す実施の形態においては、上部プレート21の駆動と加圧のためにエアシリンダ25を設け、電空レギュレータ26によって制御された圧力の空気をエアシリンダ25に送り込んでいる。電空レギュレータ26は、電空レギュレータ制御器27を介して、電圧発生装置28によって制御されている。上部プレート21と軸受ブロック20の間には、荷重計29が設けられ、その出力値が電空レギュレータ27に入力されている。電空レギュレータ制御器27は、電圧発生装置28から与えられる電圧に比例した荷重計29の出力が得られるように、電空レギュレータ26を制御している。

#### 【0060】

この例においては、0.5MPa程度の圧縮空気が電空レギュレータ26に供給されている。電空レギュレータ26に0～10Vの範囲の電圧を供給することにより、空気圧シリンダに供給する空気圧を0～0.5MPaの範囲で可変することができる。空気圧シリンダは直径180mmで、前記空気圧では約0～12.7kNの荷重を発生することができる。電空レギュレータ26の立ち上がり時間は100ms以内であり、エアシリンダ25での荷重立ち上がり時間は数百ms以内である。よって、油圧変

換増倍器を使用した場合よりも、早い応答時間で水晶基板に荷重を印加することができる。

#### 【0061】

また、この実施の形態においては、荷重に比例した荷重計 29 からの電気信号をモニタし、電圧信号発生器 28 から指示された荷重が印加されているように制御する電空レギュレータ制御器 27 を備えている。このフィードバック制御機構により、正確な荷重印加が可能となっている。

#### 【0062】

図 3 に、ヒータブロックに押圧プレートを固定する方法の例を示す。押圧プレートの素材としては、前記のようにサファイア、石英ガラスなどが考えられる。しかしながら、これらの素材には、ねじ止め用の座繰り穴加工を行うことが困難であり、またできたとしても非常にコスト、手間を要する。そのため図 3 に示す実施の形態では、ねじ穴加工なしで押圧プレートをヒータブロックに固定している。すなわち、上部押圧プレート 15、下部押圧プレート 17 の水晶基板 11 側に大きく面取りを行う。そして、座繰り穴加工ができる材料でできた押圧プレート押さえ 30 を設け、この座繰り穴が各押圧プレートの面取り部に密着するようにする。

#### 【0063】

そして、押圧プレート押さえ 30 を、ねじ止め等により上部ヒータブロック 14、下部ヒータブロック 16 に固定し、その際、上部押圧プレート 15、下部押圧プレート 17 の面取り部と押圧プレート押さえ 30 の座繰り穴が接するようにして、上部押圧プレート 15、下部押圧プレート 17 を、それぞれ上部ヒータブロック 14、下部ヒータブロック 16 に固定する。このような方法により、どのような材質の押圧プレートでも使用可能となる。

#### 【0064】

##### 【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、従来技術が有する種々の問題点を解決することができる水晶基板と押圧装置を提供することができる。

##### 【図面の簡単な説明】

**【図 1】**

本発明の実施の形態の 1 例である押圧装置を使用して、本発明の実施の形態の 1 例である水晶基板を押圧している状態を示す概要図である。

**【図 2】**

本発明の実施の形態の他の例である押圧装置の概要を示す図である。

**【図 3】**

ヒータブロックに押圧プレートを固定する方法の例を示す図である。

**【図 4】**

片面の表面上に段差構造が形成された水晶基板の例を示す図である。

**【図 5】**

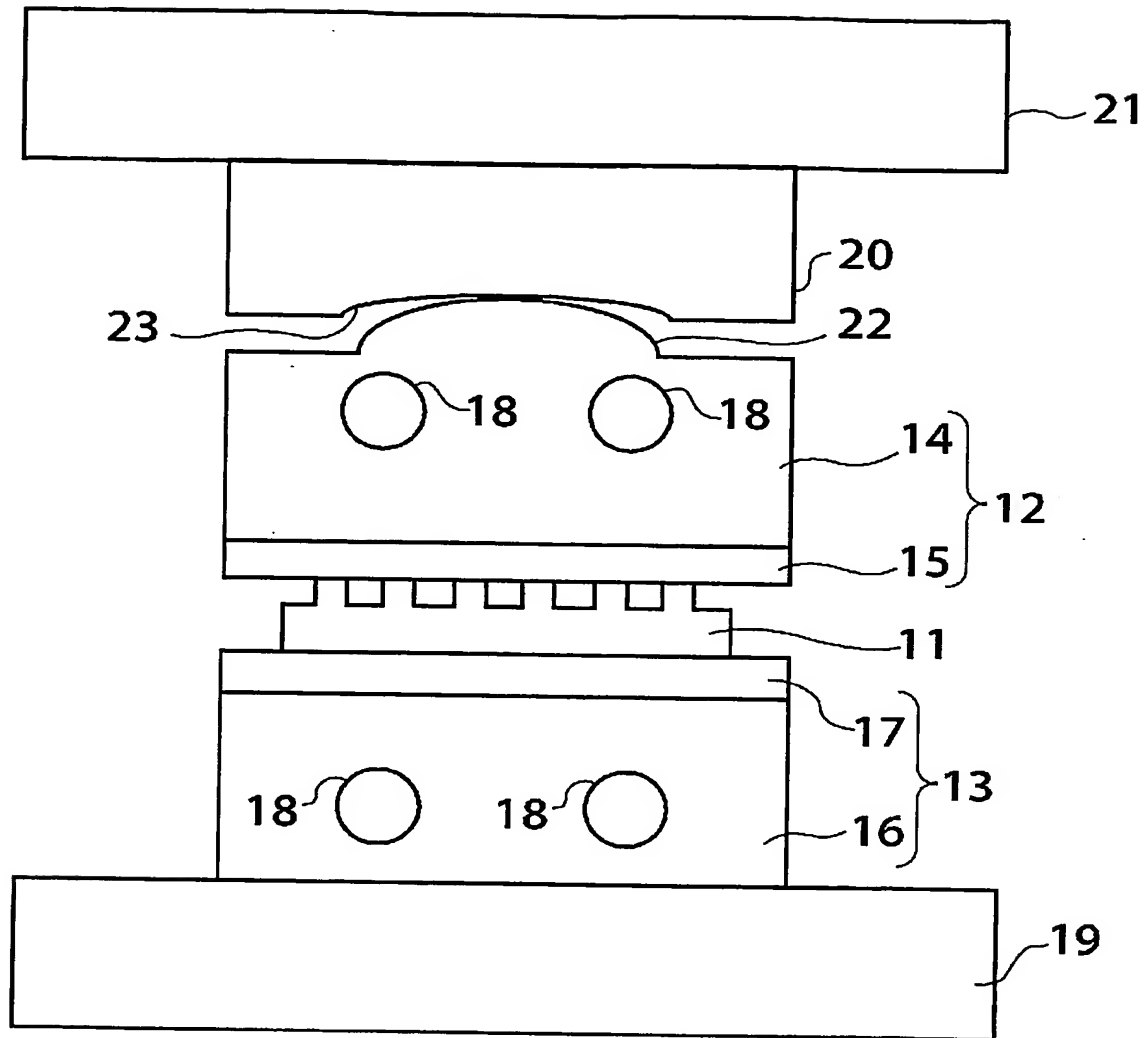
水晶基板に温度と圧力を与える従来の押圧装置の例を示す概略図である。

**【符号の説明】**

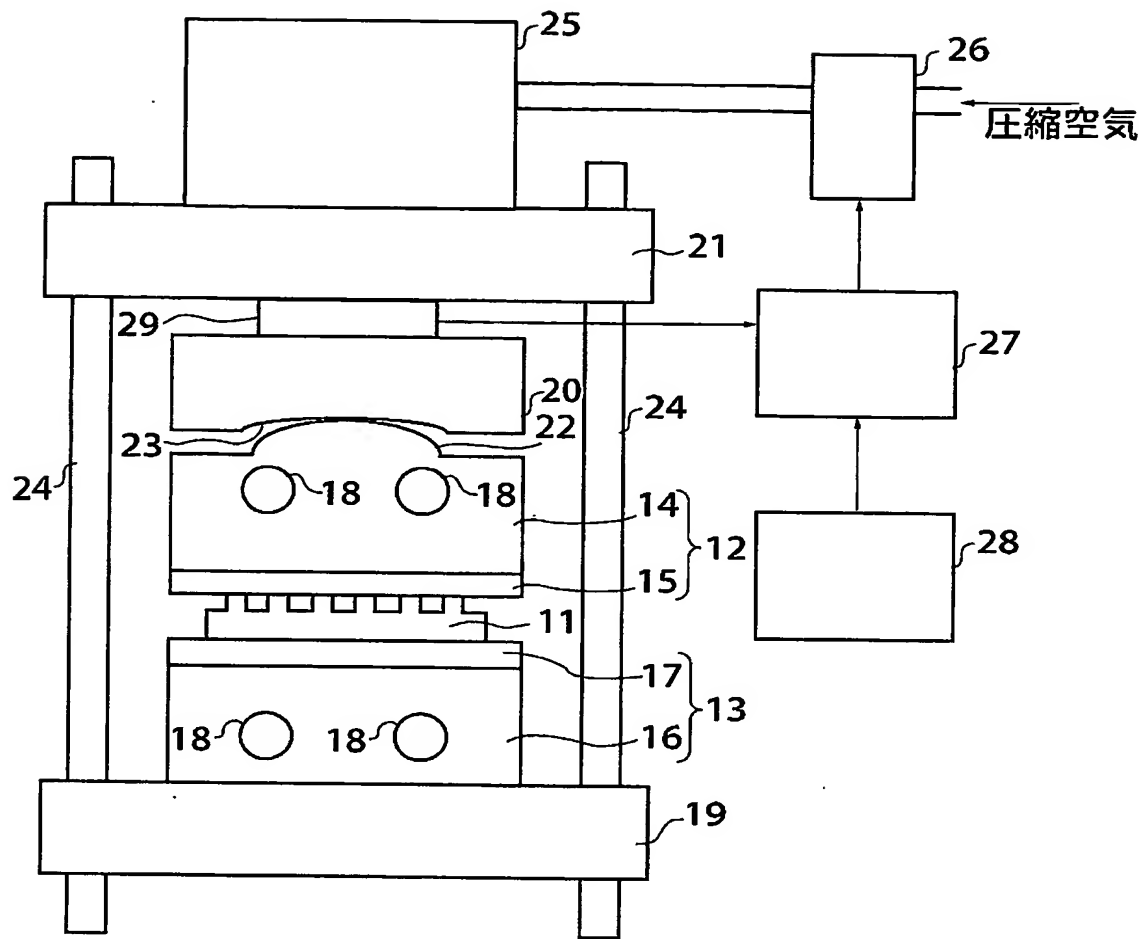
11：水晶基板、12：上部ブロック、13：下部ブロック、14：上部ヒータブロック、15：上部押圧プレート、16：下部ヒータブロック、17：下部押圧プレート、18：ヒータ、19：下部プレート、20：軸受ブロック、21：上部プレート、22：凸部、23：凹部、24：支柱、25：エアシリンダ、26：電空レギュレータ、27：電空レギュレータ制御器、28：電圧発生装置、29：荷重計、30：押圧プレート押さえ

【書類名】 図面

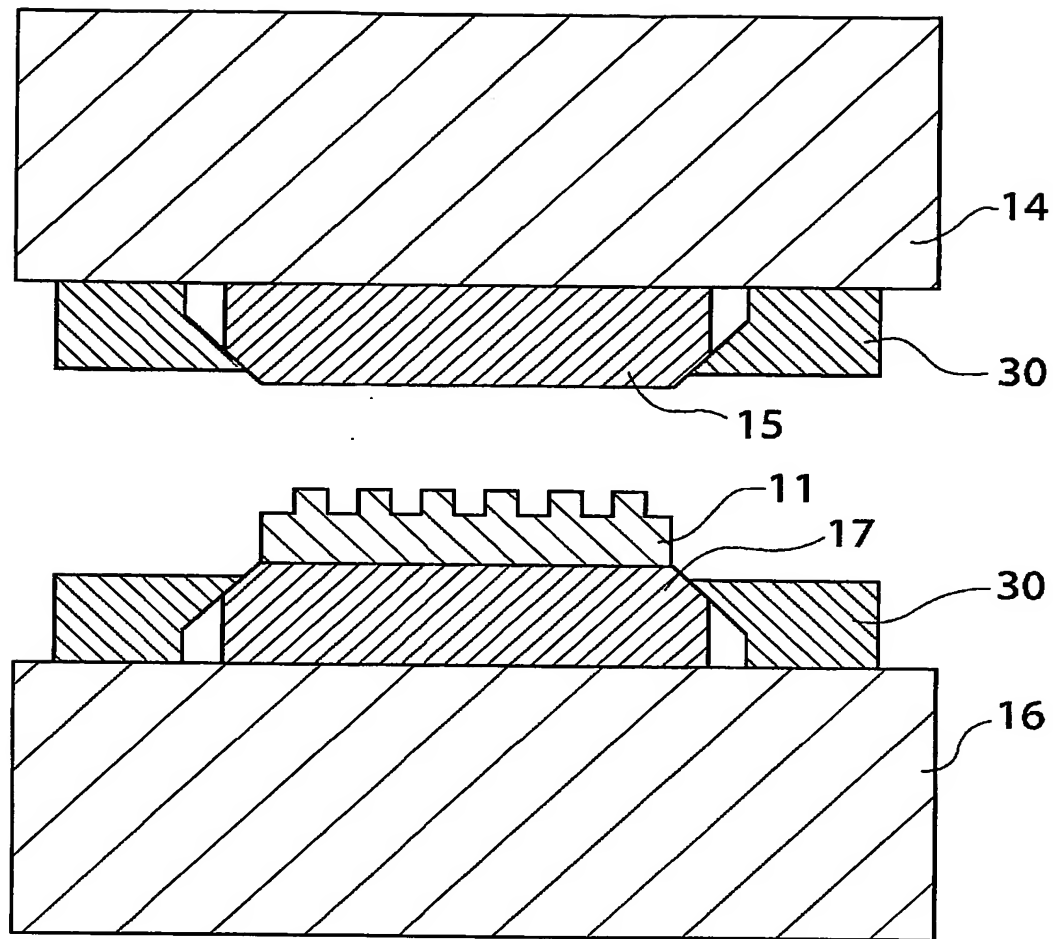
【図 1】



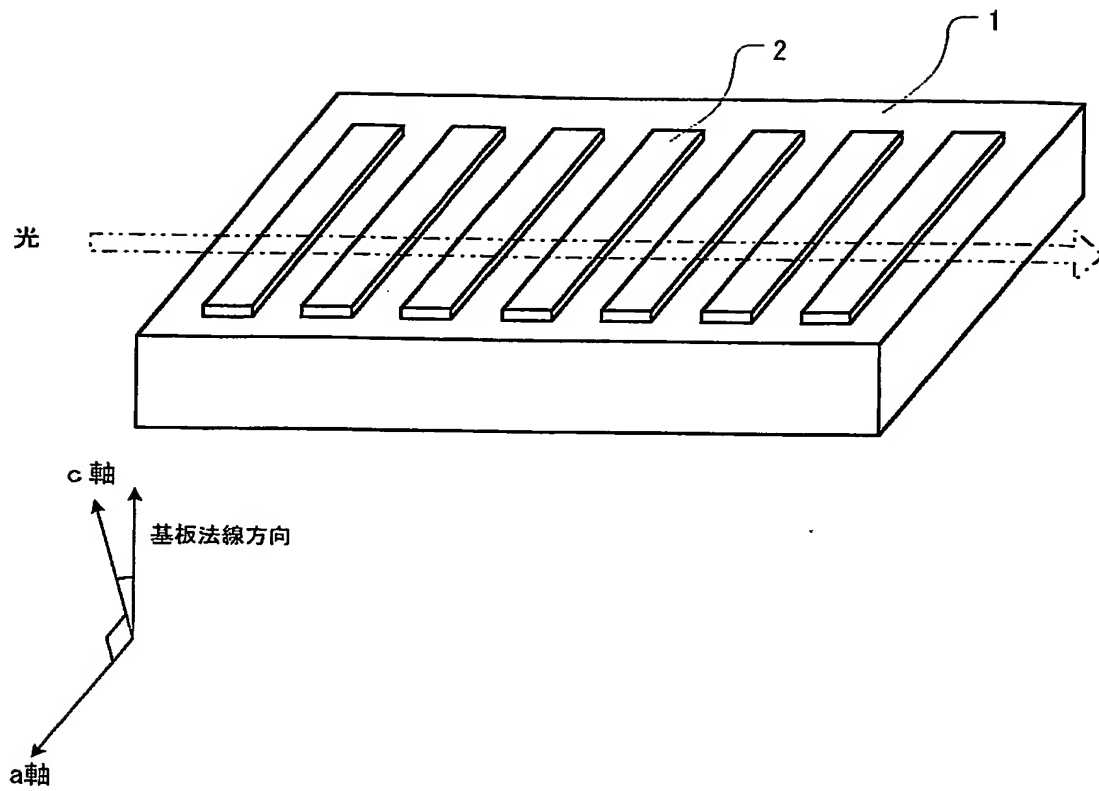
【図 2】



【図 3】

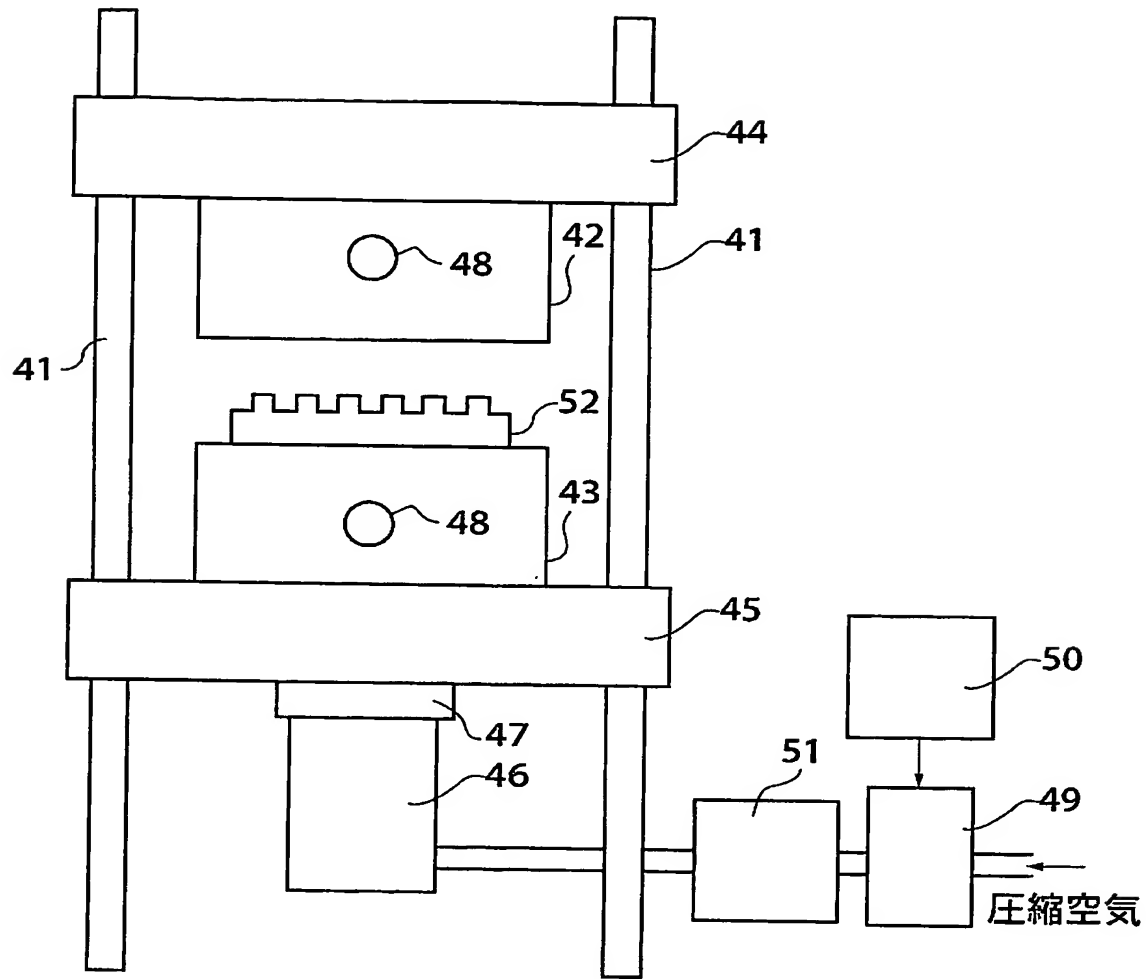


【図 4】





【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ホットプレス法において、水晶面を均一に押圧することができる押圧装置を提供する。

【解決手段】 上部ブロック 12 は、軸受ブロック 20 に接しており、軸受ブロック 20 は、上部プレート 21 に結合されている。上部ブロック 12 は、その上面に半径  $R1$  に凸面加工された凸部 22 を有し、軸受ブロック 20 は、その下面に半径  $R2$  ( $R2 > R1$ ) に凹面加工された凹部 23 を有している。このようにすることにより、押圧時には必ず水晶基板 11 の面に対して上部押圧プレート 15 の押圧面が倣うようになり、水晶基板 11 に一様な荷重が印加されるようになる。

【選択図】 図 2

## 職権訂正履歴（職権訂正）

特許出願の番号	特願 2002-276001
受付番号	50201416104
書類名	特許願
担当官	田中 則子 7067
作成日	平成14年 9月30日.

## &lt;訂正内容1&gt;

訂正ドキュメント

書誌

訂正原因

職権による訂正

訂正メモ

【その他】の欄を訂正。

訂正前内容

【その他】	本件出願に係る特許を受ける権利の、国以外の者の持分は20%である。
-------	-----------------------------------

訂正後内容

【その他】	国等以外のすべての者の持分の割合 2.0 / 100
-------	----------------------------

次頁無

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-276001
受付番号	50201416104
書類名	特許願
担当官	田中 則子 7067
作成日	平成14年11月18日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成14年 9月20日

次頁無

特願 2 0 0 2 - 2 7 6 0 0 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 4 1 1 2 ]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年   8 月 2 9 日

[ 変 更 理 由 ]

新 規 登 録

住   所

東 京 都 千 代 田 区 丸 の 内 3 丁 目 2 番 3 号

氏   名

株 式 会 社 ニ コ ン

特願 2002-276001

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[301023238]

1. 変更年月日

2001年 4月 2日

[変更理由]

新規登録

住 所

茨城県つくば市千現一丁目2番1号

氏 名

独立行政法人物質・材料研究機構